



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 12 334 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 N 2/04**

⑲ Aktenzeichen: 199 12 334.9  
⑳ Anmeldetag: 19. 3. 1999  
㉓ Offenlegungstag: 28. 9. 2000

DE 199 12 334 A 1

⑦ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑧ Erfinder:  
Jungeilges, Rainer, 74232 Abstatt, DE

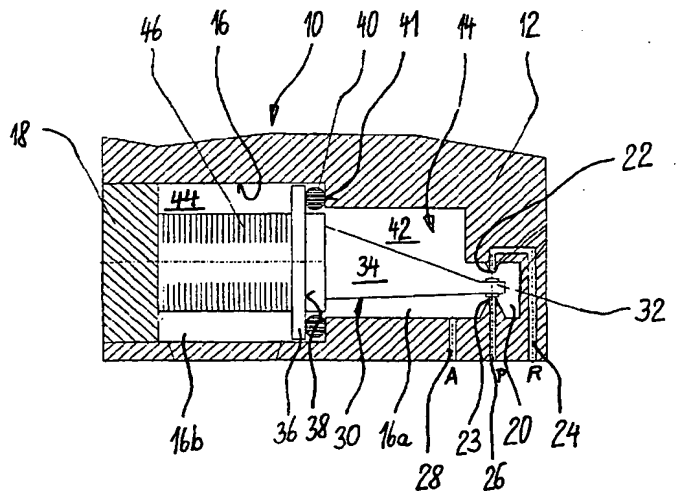
⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 196 06 040 A1  
DE 44 45 642 A1  
JP 03-2 34 981 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Vorsteuereinrichtung

⑤ Es wird eine Vorsteuereinrichtung (10, 10a), insbesondere für pneumatische Wegeventile, vorgeschlagen, deren Aktuator (46, 46a) Stapel von Piezoelementen aufweist. Dieser Aktuator (46, 46a) ist unter Vorspannung in ein Gehäuse (12) eingebaut, wobei erfindungsgemäß die Vorspannung von wenigstens einem Element (40, 40a) aus Elastomermaterial erzeugt wird. Diese Elemente (40, 40a) aus Elastomermaterial teilen gleichzeitig den Innenraum (14) des Gehäuses (12) in zwei gegeneinander abgedichtete Kammern (42, 44). Eine dieser Kammern (42) ist von Druckmittel durchströmt; in der anderen Kammer (44) ist der Aktuator (46, 46a) angeordnet.



**BEST AVAILABLE COPY**

DE 199 12 334 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Vorsteuereinrichtung entsprechend der Gattung des Anspruchs 1. Derartige Vorsteuereinrichtungen zeichnen sich durch ihre geringe elektrische Stromaufnahme aus und lassen sich deshalb auch in explosionsgefährdeter Umgebung einsetzen. Sie bauen kompakt, arbeiten verschleißfrei und haben geringe Schaltzeiten. Nennenswerten Strombedarf haben diese Vorsteuereinrichtungen nur im Falle einer Umschaltung; zwischen den Schaltvorgängen ist der Strombedarf vernachlässigbar klein. Besonders hervorzuheben ist die hohe Schaltkraft zu Beginn eines Schaltvorganges, was besonders im Falle von hydraulisch oder pneumatisch angesteuerten Regelventilen vorteilhaft ist, weil zu diesem Zeitpunkt die strömungsbedingten Gegenkräfte relativ hoch sind.

Erreicht werden diese vorteilhaften Eigenschaften durch Stapel von elektrisch angesteuerten Piezoelementen. Diese sind unter mechanischer Vorspannung in ein Gehäuse einer Vorsteuereinrichtung eingebaut, wo sie in der Regel mit einem Schaltelement zusammenwirken.

Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der DE 42 20 177 A1 bereits bekannt. Dabei wird die auf die Piezoelemente einwirkende Vorspannung von einem starren Bauteil in Form eines Spannbolzens aufgebracht. Die Kippbewegung des Schaltelements wird mit Hilfe von Stößeln auf ein nicht dargestelltes Element übertragen. Zur Vorsteuerung von Fluidventilen ist somit eine Zusatzeinrichtung erforderlich, die den Schaltweg in ein pneumatisches bzw. hydraulisches Signal umsetzt. Diese Bauweise ist aufgrund ihrer Vielzahl beweglicher Bauteile relativ aufwendig, ist mechanisch anfällig und beansprucht ein großes Bauvolumen.

Aus der DE 195 47 149 A1 ist ein Fluidventil bekannt, das den o. g. Zwischenschritt zur Umsetzung des mechanischen Signals in ein Druckmittelsignal einspart, indem es als Schaltelement einen Bimorph-Bieger verwendet. Dieser verformt sich in Abhängigkeit einer angelegten Spannung und steuert dadurch Druckmittelverbindungen zwischen den Anschlüssen eines Ventils. Die Öffnungs- bzw. Schließkräfte eines Bimorph-Biegers sind jedoch relativ gering, so daß er sich nur zum Schalten relativ kleiner Volumenströme eignet. Zudem ist der gesamte Innenraum des Gehäuses mit Druckmittel beaufschlagt und dadurch starken Druckbelastungen ausgesetzt.

## Vorteile der Erfindung

Demgegenüber weist eine Vorsteuereinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 den Vorteil auf, daß ein Stapel-Aktuator aus Piezoelementen eingesetzt wird, dessen mechanische Vorspannung auf relativ einfache Weise durch ein Elastomerteil erzeugt wird. Dieses Elastomerteil dichtet gleichzeitig einen Bereich des Gehäuses druckmitteldicht ab, so daß der mit Druckmittel beaufschlagte Innenraum des Gehäuses deutlich verringert und die Druckfestigkeit des Gehäuses dadurch erhöht wird. Das Elastomerteil ist leicht montierbar, als Massenware verfügbar und in verschiedenen Materialien und Dimensionierungen erhältlich. Die Vorspannung für den Aktuator kann somit anwendungsspezifisch gewählt werden. Das Elastomerteil ist aufgrund seiner Elastizität in der Lage Winkelbewegungen des Aktuators auf das Schaltelement zu übertragen und gleichzeitig Fertigungstoleranzen auszugleichen.

Weitere Vorteile oder vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der

nachfolgenden Beschreibung. Das Elastomerteil teilt den Innenraum des Gehäuses in eine den Aktuator aufnehmende, nicht durchströmte und in eine vom Druckmittel durchströmte Kammer. Beide Kammern können sich gegenseitig nicht beeinflussen. Zur Abdichtung dieser beiden Kammern sind bei geeigneter Auslegung des Elastomerteils keine unterstützenden Bauteile erforderlich. Um eine Kompensation von strömungstechnisch bedingten Öffnungskräften am Schaltelement zu ermöglichen, kann dieses Schaltelement zum Aktuator mit einem Mittensatz angeordnet sein, so daß die auf das Schaltelement einwirkende Druckkraft je nach Anordnung ein öffnendes oder ein schließendes Kippmoment erzeugt. Mit zunehmendem Druck in der fluiddurchströmten Kammer des Gehäuses nimmt die den Aktuator vorspannende Druckkraft zu, wodurch dessen Arbeitsvermögen besonders gut ausgenutzt wird. Der Aktuator kann dadurch kleiner dimensioniert und somit das Bauvolumen der Vorsteuereinrichtung weiter reduziert werden.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorsteuereinrichtung im Querschnitt, in Fig. 2 ist eine Weiterbildung der o. g. Vorsteuereinrichtung ebenfalls im Querschnitt dargestellt.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt eine Vorsteuereinrichtung 10, deren Gehäuse 12 einen Innenraum 14 umschließt. Der Innenraum 14 wird exemplarisch von einer horizontal verlaufenden Sacklochbohrung 16 gebildet, deren stirnseitige Öffnung von einem Stopfen 18 verschlossen ist. Diese Sacklochbohrung 16 ist in ihrem Innendurchmesser einmal abgesetzt, wobei der den kleineren Innendurchmesser aufweisende erste Bohrungsabschnitt 16a von der stirnseitigen Öffnung abgewandt liegt. Dieser erste Bohrungsabschnitt 16a ist durch einen Ventilraum 20 erweitert, der exzentrisch zur Sacklochbohrung 16 angeordnet ist. Im Ventilraum 20 sind zwei einander gegenüberliegende Ventilsitze 22, 23 ausgebildet, an denen Druckmittelkanäle 24, 26 münden. Diese Druckmittelkanäle 24, 26 verlaufen in der Wandung des Gehäuses 12 nach außen. Ein dritter Druckmittelkanal 28 erstreckt sich seitlich versetzt zu den Druckmittelkanälen 24, 26 ebenfalls vom Innenraum 14 zur Gehäuseseitenfläche.

Der Druckmittelkanal 24 bildet den mit R bezeichneten Rücklauf-, der Druckmittelkanal 26 den Zulauf- P und der Druckmittelkanal 28 den Arbeitskanal A eines in Bezug auf seine Funktion hinlänglich bekannten 3/2-Wegeventils.

Zur Steuerung von Druckmittelverbindungen zwischen den Druckmittelkanälen 24 bis 28 ist ein Schaltelement 30 im Innenraum 14 gelagert. Dieses Schaltelement 30 gliedert sich in ein die Ventilsitze 22, 23 steuerndes Ventilelement 32, das am freien Ende eines konischen Schaltarms 34 angeordnet ist und in eine dem Ventilelement 32 gegenüberliegende Flanschplatte 36 mit einem dem Schaltarm 34 zugewandten Bund 38. Die Flanschplatte 36 ragt in den im Innendurchmesser größeren zweiten Bohrungsabschnitt 16b der Sacklochbohrung 16 hinein und zentriert am Bund 38 einen Elastomerring 40. Dieser stützt sich an einer dem Bund 38 gegenüberliegenden Schulter 41 des Gehäuses 12 ab und teilt den Innenraum 14 in zwei gegeneinander abgedichtete Kammern 42, 44. Die den Ventilraum 20 umfassende erste Kammer 42 ist fluiddurchströmte, während in der zweiten, druckmittelfreien Kammer 44 ein Aktuator 46 zur Betätigung des Schaltelements 30 angeordnet ist.

Bei diesem Aktuator 46, der in Fig. 1 nur schematisch dargestellt ist, handelt es sich beispielsweise um zwei gegenseitig zueinander wirkende Stapel von Piezoelementen, die sich durch elektrische Bestromung ausdehnen bzw. zusammenziehen können. Die beiden Stirnseiten des Aktuators 46 führen dadurch relativ zueinander eine Kippbewegung aus. Der Aktuator 46 stützt sich einerseits am Stopfen 18 und andererseits an der Flanschplatte 36 des Schaltelements 30 ab, wobei der Aktuator 46 mit Hilfe des Elastomerrings 40 im Gehäuse 12 von einer Vorspannung beaufschlagt ist. Dessen Elastizität erlaubt die Übertragung der Kippbewegung des Aktuators 46 auf das Schaltelement 30. Dieses öffnet somit die in der gezeichneten Ruhestellung geschlossene Druckmittelverbindung vom mit P bezeichneten Zulaufkanal zum mit A bezeichneten Arbeitskanal und schließt gleichzeitig die bislang geöffnete Druckmittelverbindung vom Arbeitskanal A zum Rücklaufkanal R.

Die vom Elastomerring 40 aufgebrauchte Vorspannung auf den Aktuator 46 ist dabei so bemessen, daß dieser Elastomerring 40 auch in der nicht gezeichneten zweiten Schaltung des 3/2-Wegeventils die beiden Kammern 42, 44 zuverlässig gegeneinander abdichtet. Eine entgegengesetzt gepolte Spannungsversorgung des Aktuators 46 bewirkt eine Kippbewegung des Schaltelements 30 in Gegenrichtung und stellt dieses wieder in seine dargestellte Ausgangsstellung zurück.

Eine derartig wirkende Vorsteuereinrichtung 10 kann hydraulisch bzw. pneumatisch mit konventionellen Schieberventilen gekoppelt werden, so daß mit den relativ geringen Schaltströmen für die Piezostapel verhältnismäßig große Volumenströme schaltbar sind.

Eine Weiterbildung der beschriebenen Vorsteuereinrichtung 10 ist in Fig. 2 dargestellt. Dieses weitergebildete Vorsteuerventil 10a unterscheidet sich insbesondere dadurch, daß der Aktuator 46a gegenüber der Flanschplatte 36a des Schaltelements 30a einen Mittenversatz 48 aufweist. Außerdem wird das Schaltelement 30a im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel von zwei Elastomerringen 40a beaufschlagt, die in zueinander beabstandeten Ebenen angeordnet sind und die zwischen sich eine im wesentlichen ringförmige Druckkammer 50 einschließen. Letztere wird in axialer Richtung von der Flanschplatte 36a bzw. der gehäuseseitigen Schulter 41a begrenzt. Diese Schulter 41a ist im Vergleich zur Schulter 41 verlängert und weist an ihrem dem Schaltarm 34a zugewandten Ende einen Absatz zur Aufnahme des zweiten Elastomerrings 40a auf. Die Druckkammer 50 ist über einen Versorgungskanal 52 mit dem, dem Zulaufkanal P zugeordneten Druckmittelkanal 26 verbunden. Aufgrund des Druckniveaus im Zulaufkanal P wird somit die Flanschplatte 36a und damit das Schaltelement 30a mit einer Druckkraft belastet, die infolge des Mittenversatzes 48 zwischen Aktuator 46a und Schaltelement 30a ein zusätzliches Kippmoment erzeugt. Durch geeignete Dimensionierung dieses Mittenversatzes 48 lassen sich die Kraftwirklinien des Aktuators 46a und der Druckkammer 50 derart aufeinander abstimmen, daß am Ventilsitz 22a wirkende und vom Zulaufdruck abhängige Öffnungskräfte kompensiert werden.

Die zwischen den beiden Elastomerringen 40a eingeschlossene Druckkammer 50 bewirkt bei steigendem Druck im Zulaufkanal eine Erhöhung der Vorspannung des Aktuators 46a. Die Elastomerringe 40a können dadurch flexibler, d. h. mit geringerer innerer Reibung, ausgelegt werden. Dadurch kann der Aktuator 46a noch kleiner gewählt werden, was sich in einem noch geringeren Bauvolumen und einer weiter reduzierten Leistungsaufnahme der Vorsteuereinrichtung 10a auswirkt. Bei druckkompensierten Systemen gemäß Fig. 2 müssen, unabhängig von den Betriebsdrücken,

nur die Reibungskräfte und die geringe Pressung der Elastomerringe 40a überwunden werden.

Selbstverständlich sind weitergehende Änderungen und Ergänzungen an den beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich, ohne vom Grundgedanken der Erfindung abzuweichen.

#### Patentansprüche

1. Vorsteuereinrichtung (10, 10a), insbesondere für pneumatische Wegeventile, mit einem einen Innenraum (14, 14a) umschließenden Gehäuse (12, 12a) und einem in diesem Innenraum (14, 14a) angeordneten Aktuator (46, 46a), der zur Wandlung eines elektrischen Eingangssignals in ein mechanisches Ausgangssignal wenigstens einen Stapel von Piezoelementen aufweist und wobei der Aktuator (46, 46a) unter Vorspannung im Innenraum (14, 14a) angordnet ist und ein Schaltelement (30, 30a) betätigt, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Vorspannung des Aktuators (46, 46a) im Gehäuse (12, 12a) wenigstens ein Element (40, 40a) aus Elastomermaterial vorgesehen ist, das im Bereich des dem Aktuator (46) zugewandten Endes des Schaltelements (30, 30a) angeordnet ist.
2. Vorsteuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Element (40, 40a) in Wirkverbindung mit einer gehäuseseitigen Schulter (41, 41a) den Innenraum (14, 14a) in eine den Aktuator (46, 46a) aufnehmende Kammer (44, 44a) und in eine das Schaltelement (30, 30a) aufnehmende Kammer (42, 42a) teilt und daß das Element (40, 40a) als Ring ausgeführt ist, der beide Kammern (42, 42a, 44, 44a) gegeneinander abdichtet.
3. Vorsteuereinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Kammern (42, 42a, 44, 44a) von Druckmittel durchströmt ist und Ventilsitze (22, 22a, 23, 23a) aufweist.
4. Vorsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltelement (30, 30a) als Kippanker mit einem Ventilelement (32, 32a) und einer, dem Ventilelement (32, 32a) gegenüberliegenden Flanschplatte (36, 36a) ausgebildet ist und daß die Flanschplatte (36, 36a) einen Bund (38, 38a) aufweist, an dem sich das Element (40, 40a) aus Elastomermaterial abstützt.
5. Vorsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltelement (30, 30a) Bestandteil eines Mehrwegeschaltventils mit wenigstens einem, einem Zulauf (P), einem Rücklauf (R) und einem Arbeitsanschluß (A) zugeordneten Kanal (26, 26a, 24, 24a, 28, 28a) ist.
6. Vorsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Elemente (40, 40a) vorgesehen sind, die zwischen sich eine das Schaltelement (30a) beaufschlagende Druckkammer (50) einschließen und daß zwischen dem Aktuator (46a) und dem an ihm anliegenden Schaltelement (30a) ein Mittenversatz (48) besteht.
7. Vorsteuereinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Elemente (40, 40a) in zueinander beabstandeten Ebenen angeordnet sind.
8. Vorsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltelement (30, 30a) an der Losseite des Aktuators (46, 46a) anliegt.
9. Vorsteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator (46, 46a) und das Schaltelement (30, 30a) einstückig ausge-

bildet sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

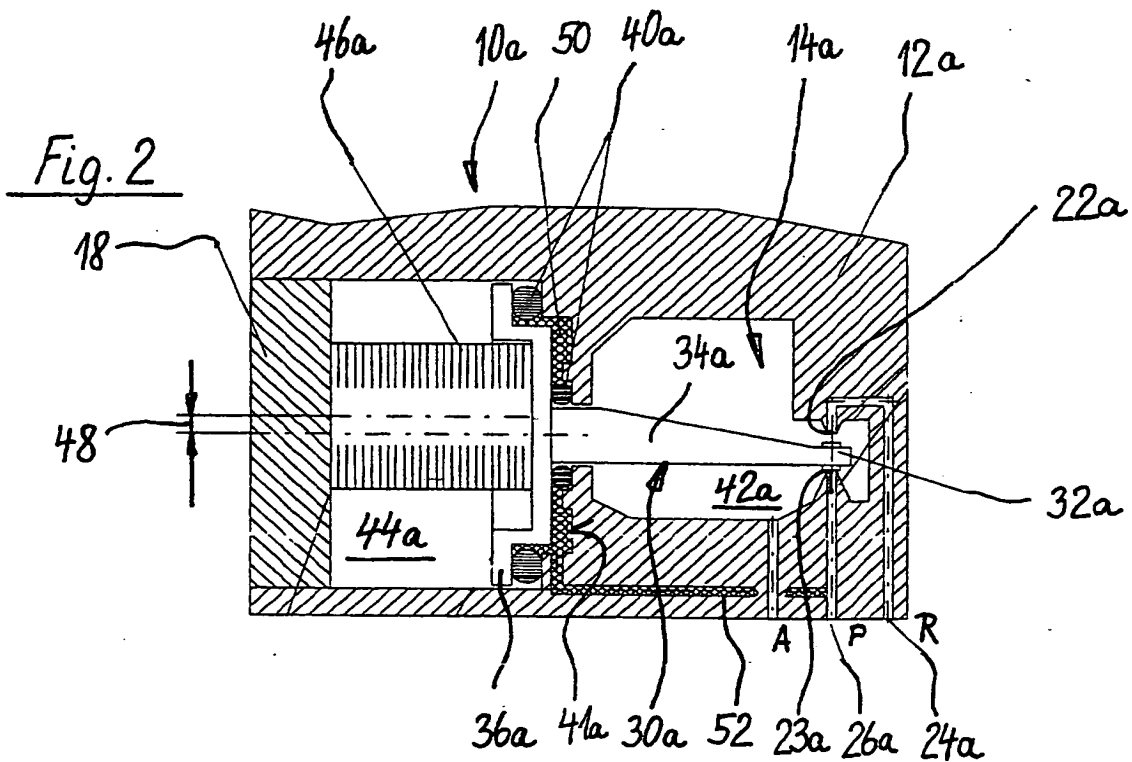
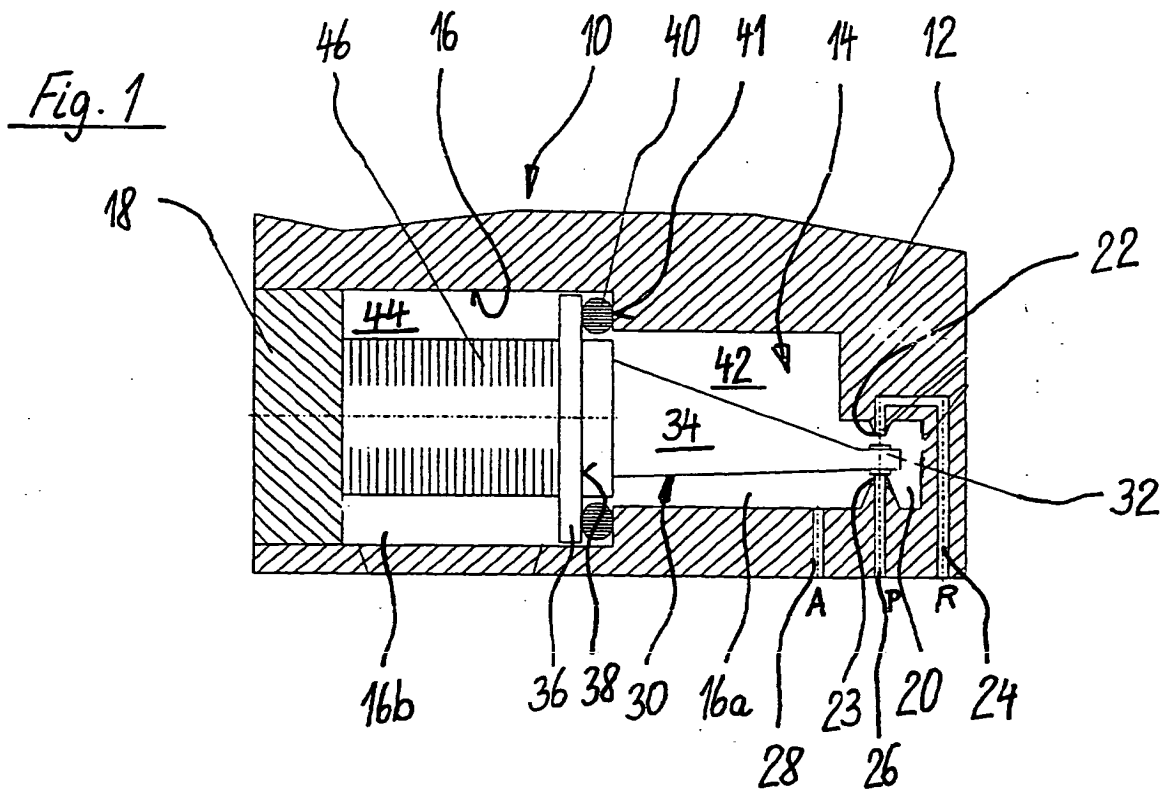
50

55

60

65

- Leerseite -



BEST AVAILABLE COPY